

ICS
J

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T XXXXX—202X

智能型膜覆盖好氧发酵系统

Intelligent aerobic fermentation system covered with functional membrane

(征求意见稿)

202X-xx-xx发布

202X-xx-xx实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照GB/T1.1—2020给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会(SAC/TC201)归口。

本标准起草单位：中国农业大学、北京信息科技大学、领先生物农业股份有限公司、南京思农生物有机肥研究院有限公司、博创科为（北京）科技有限公司、青岛志腾科技有限公司、青岛中海环境工程有限公司、中国农业机械化科学研究院、浙江宜葆现代农业科技有限公司、中农创达（北京）环保科技有限公司

本标准主要起草人：×××。

智能型膜覆盖好氧发酵系统

1 范围

本标准规定了智能型膜覆盖好氧发酵系统的术语和定义、型式和主参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于畜禽粪便、农作物秸秆、餐厨垃圾、市政污泥和园林垃圾等有机固废的智能型膜覆盖好氧发酵系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2421.1 电工电子产品环境试验 规范编制者用信息 试验概要

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db 交变湿热（12h+12h循环）

GB/T 2423.8 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ed:自由跌落

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 3820 纺织品和纺织制品厚度的测定

GB/T 3917.3 纺织品 织物撕破性能 第3部分：梯形试样撕破强力的测定

GB/T 3920 纺织品 色牢度试验 耐摩擦色牢度

GB/T 3923.1 纺织品 织物拉伸性能 第1部分：断裂强力和断裂伸长率的测定（条样法）

GB/T 4744 纺织品 防水性能的检测和评价 静水压法

GB 4943 信息技术设备的安全

GB/T 5453 纺织品 织物透气性的测定

GB/T 5713 纺织品 色牢度试验 耐水色牢度

GB/T 5715 纺织品 色牢度试验 耐酸斑色牢度

GB/T 5716 纺织品 色牢度试验 耐碱斑色牢度

GB/T 6673 塑料薄膜和薄片长度和宽度的测定

GB/T 7069 纺织品 色牢度试验 耐次氯酸盐漂白色牢度

GB 7959 粪便无害化卫生要求

GB/T 8427 纺织品 色牢度试验 耐人造光色牢度：氙弧

GB/T 8631 纺织品 织物因冷水浸渍而引起的尺寸变化的测定

GB/T 11048 纺织品 生理舒适性 稳态条件下热阻和湿阻的测定（蒸发热板法）

GB/T 12704.1 纺织品 织物透湿性试验方法 第1部分：吸湿法

GB/T 13306 标牌

GB 14554 恶臭污染物排放标准

GB/T 14675 空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法

GB 18596 畜禽养殖业污染排放标准

GB/T 21650.1 压汞法和气体吸附法测定固体材料孔径分布和孔隙度 第1部分：压汞法

CJ/T 369 堆肥自动监测与控制设备

FZ/T 80007.1 使用粘合衬服装剥离强力测试方法

JB/T 8581 畜牧机械 产品型号编制规则

JB/T 13739 堆肥用功能性覆盖膜

NY/T 525 有机肥料

NY/T 3442 畜禽粪便堆肥技术规范

3 术语和定义

GB 7959-2012、CJ/T 369-2011、JB/T 13739-2019 和 NY/T 3442-2019 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 GB 7959-2012 和 JB/T 13739-2019 中的某些术语和定义。

3.1

好氧发酵 aerobic fermentation

采用人工与机械堆积的方式，在有氧条件下，经微生物作用，使粪便和生活垃圾等有机物，温度达到 50℃及以上并能维持一定时间的处理方法等。

[GB 7959-2012，定义 3.3]

3.2

条垛式好氧发酵 pile aerobic fermentation

将混合好的物料堆成条垛进行好氧发酵的工艺。

注：条垛式好氧发酵包括动态和静态等类型。

3.3

槽式好氧发酵 bed aerobic fermentation

将混合好的物料置于槽式结构中进行好氧发酵的工艺。

注：槽式好氧发酵包括连续动态、序批式动态和静态等类型。

3.4

膜覆盖式好氧发酵 membrane-covered aerobic fermentation

堆体上覆盖功能性膜，以强制通风作为供氧手段的静态条垛式或槽式好氧发酵工艺。

3.5

功能性覆盖膜 functional cover membrane

用于堆体上具有防水透湿功能的覆盖层。

[JB/T 13739-2019, 定义 3.1]

3.6

强制通风 forced ventilation

使用风机通过布气管路给堆体输送空气的供氧方式。

3.7

自动监测设备 equipment for automatic monitoring of composting

在好氧发酵过程中,可连续自动采集堆体内部的温度、氧气和堆体内外的氨气、硫化氢气体浓度等信息,并进行预处理和储存,等待中心计算机轮询或指令的设备。由监测探头、信号转换系统和数据传输及显示系统等组成。

3.8

自动控制设备 equipment for automatic control of composting

根据好氧发酵过程的监测信号和工艺要求,通过相应的软件对关键工艺参数进行反馈控制,实现过程自动控制的设备。由工艺控制计算机、数据采集系统及变频设备等硬件组成。

3.9

智能型膜覆盖好氧发酵系统

intelligent aerobic fermentation system covered with functional membrane

用于膜覆盖式好氧发酵设备,配套自动监测和控制设备,可实现好氧发酵过程的自动监控。

3.10

膜密封方式 membrane sealing method

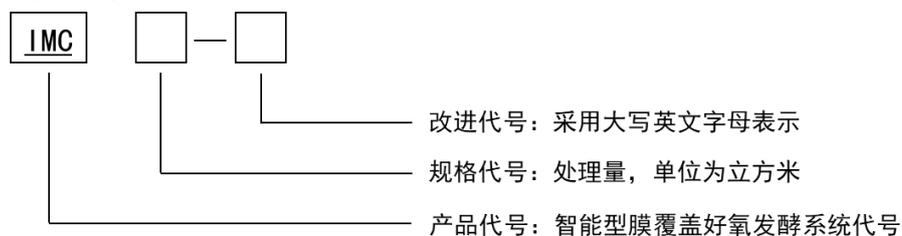
用于连接功能性覆盖膜与基建部分的紧固密封措施,可实现好氧发酵过程功能性覆盖膜内部堆体与外部环境的物理阻隔。

4 型式与主参数

4.1 产品型号的标识方法应符合 JB/T 8581 的规定。

4.2 智能型膜覆盖好氧发酵系统的主参数:处理量,单位为立方米(m^3)

4.3 型号表示方法如下:



示例:

容积为 200 立方米的智能型膜覆盖好氧发酵系统:IMC200。

5 技术要求

5.1 功能性覆盖膜

功能性覆盖膜性能指标应符合表 1 的要求。

表 1 性能指标要求

序号	项目	指标
1	规格尺寸及偏差	符合 JB/T 13739 的规定
2	外观质量	符合 JB/T 13739 的规定
3	孔径分布	0.2 μm~0.6 μm
4	孔隙度	≥80 %
5	透气性（空气）	0.4 mm/s~2 mm/s（200 Pa）
6	臭气阻隔能力	≤2 级（GB 14554）
7	透湿量	≥5 000 g/（m ² ·h）（JB/T 13739）
8	湿阻抗	≤12.5 m ² ·Pa/W（JB/T 13739）
9	静水压	≥80 kPa（JB/T 13739）
10	断裂强力（经向、纬向）	≥600 N（JB/T 13739）
11	撕破强力（经向、纬向）	≥20 N（JB/T 13739）
12	剥离强力（经向、纬向）	≥5 N/25 mm（JB/T 13739）
13	水浸尺寸变化率（经向、纬向）	-3.0 %~1.0 %（JB/T 13739）
14	耐光照色牢度（变色、沾色）	≥4 级（JB/T 13739）
15	耐水洗色牢度（变色、沾色）	≥3 级（JB/T 13739）
16	耐摩擦色牢度（干摩、湿摩）	≥3 级（JB/T 13739）
17	耐酸斑色牢度	≥4 级
18	耐碱斑色牢度	≥4 级
19	耐次氯酸盐漂泊色牢度	≥4 级

5.2 自动监测设备

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 设备所用材料及配套零部件应符合相应设备标准，并由供应商提供有效的质量证明文件。

5.2.1.2 设备所有机械加工零部件表面均应涂漆处理，表面涂漆颜色均匀、美观，颜色一致，无脱漆，气泡，裂纹，流痕等喷漆涂不当造成的缺陷。

5.2.1.3 设备焊接处均匀牢固，不得有焊接不当造成的缺陷。

5.2.1.4 设备内、外表面应光滑平整，所有部位均应清除毛刺、锐角、锐变等可能刺伤或损害包装内衬的缺陷。

5.2.1.5 设备外观结构与内部配件结构紧凑、配置合理。

5.2.1.6 设备内配电部件线路应排列整齐、夹持可靠，不允许与其它零部件发生摩擦、碰撞现象。

5.2.2 设备的安全性能要求符合 GB 4943 的规定。

5.2.3 设备的使用条件和技术要求应符合 CJ/T 369 的规定。其特定功能及技术要求需按照监测设备的相应类型执行，具体如下：

5.2.3.1 堆体温度在线监测单元

a) 温度自动监测设备应包括温度传感器、探杆、变送器、输送线路等。温度探杆由耐摩擦、不弯曲、不变形的硬质材料制造，应具有防腐蚀、隔热的功能。[CJ/T 369 2011, 5.1 堆体温度在线监测单元]

- b) 监测点：垂直方向监测点数量 ≥ 1 ，且至少有 1 点的监测深度大于堆体高度的一半。
- c) 量程范围：大于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 精度：高于 $\pm 2\%$ 。
- e) 响应时间： $< 180\text{ s}$ 。
- f) 寿命：持续工作时间 > 5000 小时。

5.2.3.2 堆体氧浓度在线监测单元

a) 氧气浓度自动监测单元应包括探杆、抽气泵、气路、氧气传感器、变送器、输送线路等。氧浓度探杆由耐摩擦、不弯曲、不变形的硬质材料制造，应具有防腐蚀、隔热的功能。[CJ/T 369 2011,

5.2 堆体浓度在线监测单元]

- b) 探杆长度：大于堆体高度的一半。
- c) 量程范围：大于 $0\sim 25\%$ 。
- d) 精度：高于 $\pm 2\%$ 。
- e) 响应时间： $< 180\text{ s}$ 。
- f) 寿命：持续工作时间 > 2000 小时。

5.2.3.3 膜下和进风管路压力在线监测单元

- a) 压力自动监测单元应包括气路、压力传感器、变送器、输送线路等。
- b) 量程范围：大于 $0\sim 6000\text{ Pa}$ 。
- c) 精度：高于 $\pm 2\%$ 。
- d) 响应时间： $< 180\text{ s}$ 。
- e) 寿命：持续工作时间 > 5000 小时。

5.2.3.4 气体在线监测单元

气体自动监测单元应包括抽气泵、气路、气体传感器、变送器、输送线路等。

注：自动监测设备单元的组成包括但不限于以上罗列的各在线监测单元，其它未罗列但亦可用于好氧发酵过程相关指标在线监测的设备单元都在自动监测设备单元的组成范围内。

5.3 自动控制设备

5.3.1 自动控制单元包括硬件和软件部分。它根据好氧发酵过程的监测信号和工艺要求，对关键工艺参数进行自动反馈控制。[CJ/T 369 2011, 5 自动控制单元 5.5]。

5.3.2 一般要求

5.3.2.1 设备所用材料及配套零部件应符合相应设备标准，并由供应商提供有效的质量证明文件。

5.3.2.2 设备所有机械加工零部件表面均应涂漆处理，表面涂漆颜色均匀、美观，颜色一致，无脱漆，气泡，裂纹，流痕等喷漆涂不当造成的缺陷。

5.3.2.3 设备焊接处均匀牢固，不得有焊接不当造成的缺陷。

5.3.2.4 设备内、外表面应光滑平整，所有部位均应清除毛刺、锐角、锐变等可能刺伤或损害包装内衬的缺陷。

5.3.2.5 设备仪表、指示灯、按钮与内部配件结构紧凑、配置合理。

5.3.2.6 设备内配电部件线路应排列整齐、夹持可靠，不允许与其它零部件发生摩擦、碰撞现象。

5.3.3 设备的安全性能要求符合 GB 4943 的规定。

5.3.4 设备的使用条件和技术要求应符合 CJ/T 369 的规定。

5.4 通风系统

5.4.1 通风系统包含风机和布气管路。

5.4.2 风机

5.4.2.1 通风速率：最大通风速率 \geq [堆体规模 (m^3) \times 好氧发酵工艺最大通风量 ($0.2 \text{ m}^3/\text{min}$ 每立方)]，通风速率可调节。

5.4.2.2 风压：风压应按照堆体高度 (m) \times 工艺风压 ($1000 \text{ Pa} \sim 1500 \text{ Pa}$) 计，灰分含量大，含水率小时宜取下限，反之取上限。

5.4.2.3 供应商提供的风机应符合相关产品标准和有关法律、法规规定要求，并提供有效的质量证明文件。

5.4.3 布气管路

5.4.3.1 管径：根据好氧发酵堆体的大小，宜为 $65 \text{ mm} \sim 200 \text{ mm}$ 。

5.4.3.2 数量：依据堆体宽度设置，每 $1 \text{ m} \sim 3 \text{ m}$ 设置一条通风管道。管道上的气孔大小宜在 $4 \text{ mm} \sim 8 \text{ mm}$ ，一排的气孔数量宜为 $1 \sim 4$ ，每排之间的间距宜为 $200 \text{ mm} \sim 500 \text{ mm}$ 。

5.4.3.3 布气效果：发酵面积覆盖率 $> 90\%$ ，布气均匀性好。

5.4.3.4 供应商提供的布气管路应符合相关产品标准和有关法律、法规规定要求，并提供有效的质量证明文件。

5.5 膜密封方式及密封效果

5.5.1 膜密封方式可采用重物压实、绳索紧固或机械密封等方式，膜密封应避免膜材磨损。

5.5.2 密封效果：需维持整个系统 60% 以上的时间处于“微正压”（膜内气压 $> 200 \text{ Pa}$ ）环境中。

5.6 基建

5.6.1 基建的方式可分为地面硬化（有/无）、槽（有/无）以及是否露天等几种方式，应便于发酵作业和利于发酵过程渗滤液的收集与储存，防止渗滤液渗漏。

5.6.2 基建应符合相关建筑施工标准和有关法律、法规规定要求。

5.7 好氧发酵

5.7.1 工艺流程

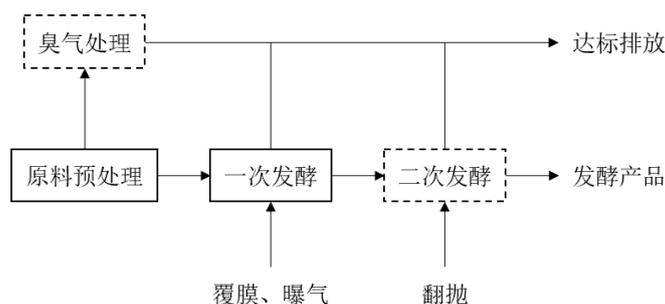


图1 好氧发酵工艺流程图

5.7.2 原料预处理

将发酵原料与辅料混合均匀，混合后物料的含水率宜为 50%~65%，粒径宜小于 5 cm，碳氮比宜为 20:1~40:1，pH 宜为 5.5~9.0。

5.7.3 一次发酵

5.7.3.1 通过堆体曝气，使堆体温度达到 55℃ 以上，且累计时间应不少于 10 d；用作牛床垫料累计时间应不少于 24 h。

5.7.3.2 堆体内部氧气浓度宜大于 5%，曝气风量宜为 0.05 m³/min ~0.3 m³/min（干基）。

5.7.3.3 一次发酵期间，不宜翻堆，以减少恶臭气体排放。

5.7.4 二次发酵

二次发酵结束的节点为堆体发酵温度接近环境温度。

5.7.5 臭气控制

5.7.5.1 原料处理环节产生的臭气需要进行有效收集和处理，经处理后的恶臭气体浓度符合 GB 18596 的规定。

5.7.5.2 一次发酵过程产生的臭气经功能性覆盖膜排放至外部环境的恶臭气体浓度应符合 GB 18596 的规定。

5.7.5.3 揭膜后堆体逸散与二次发酵过程产生的恶臭气体浓度应符合 GB 18596 的规定。

5.7.6 发酵质量

5.7.6.1 二次发酵后的产物，各项指标应符合 NY/T 3442 的规定。

5.7.6.2 二次发酵产物用作有机肥，有机肥产品应符合 NY/T 525 的规定。

6 试验方法

6.1 宽度和长度尺寸及偏差试验方法按 GB/T 6673 进行。

6.2 厚度尺寸及偏差试验方法按 GB/T 3820 进行。

6.3 孔径分布与孔隙度试验方法按 GB/T 21650.1 执行。

6.4 透气性试验方法按 GB/T 5453 执行。

6.5 臭气浓度试验方法按 GB/T 14675 执行。

6.6 透湿量试验方法按 GB/T 12704.1 执行。

- 6.7 湿阻抗试验方法按 GB/T 11048 执行。
- 6.8 静水压试验方法按 GB/T 4744 执行。
- 6.9 断裂强力试验方法按 GB/T 3923.1 执行。
- 6.10 撕破强力试验方法按 GB/T 3917.3 执行。
- 6.11 剥离强力试验方法按 FZ/T 80007.1 执行。
- 6.12 水浸尺寸变化率试验方法按 GB/T 8631 执行。
- 6.13 耐光照色牢度试验方法按 GB/T 8427 执行。
- 6.14 耐水洗色牢度试验方法按 GB/T 5713 执行。
- 6.15 耐摩擦色牢度试验方法按 GB/T 3920 执行。
- 6.16 耐酸斑色牢度试验方法按 GB/T 5715 执行。
- 6.17 耐碱斑色牢度试验方法按 GB/T 5716 执行。
- 6.18 耐次氯酸盐漂泊色牢度试验方法按 GB/T 7069 执行。
- 6.19 自动监测设备和自动控制设备试验按 GB/T 2421.1 执行。
- 6.20 自动监测设备和自动控制设备低温试验按 GB/T 2423.1 执行。
- 6.21 自动监测设备和自动控制设备高温试验按 GB/T 2423.2 执行。
- 6.22 自动监测设备和自动控制设备交变湿热试验按 GB/T 2423.4 执行。
- 6.23 自动监测设备和自动控制设备自由跌落试验按 GB/T 2423.8 执行。
- 6.24 自动监测设备和自动控制设备振动试验按 GB/T 2423.10 执行。
- 6.25 自动监测设备的精度、量程和响应时间试验方法按附录 A 执行。
- 6.26 系统密封性测试方法按附录 B 执行。

7 检验规则

7.1 检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验项目按照第 5 章的要求进行功能性覆盖膜、自动监测设备、自动控制设备和通风系统的检验。

7.2.2 出厂检验由制造厂质量检验部门按第 6 章的试验方法进行。

7.2.3 设备检验合格并签发产品检验合格证后方可出厂。

7.3 型式检验

7.3.1 型式检验应在下列情况之一时进行：

- a) 新产品试制定型鉴定；
- b) 老产品转场生产的试制定型鉴定；
- c) 设计工艺或使用部件和材料有较大的改变，可能影响到产品性能时；
- d) 正常生产时，累计产量达到 50 台，应进行一次检验；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.3.2 型式检验项目为本标准规定的所有检验项目。

7.4 产品合格的判定原则

7.4.1 第 5 章列出的与功能性覆盖膜、自动监测设备、自动控制设备和通风系统相关的项目经检验必须全部合格，方可出厂销售；发现不合格项时应返回生产部门返修，经检验合格后方可出厂。

7.4.2 型式检验：在批量生产的产品中，用随机方法抽检 2 台，所有检验项目全部合格，则判为该批产品合格；若 5.2.2 和 5.3.2 项有一项不合格，则判为该批产品不合格；其余各项中，如有不合格项，则再抽检两台同一项目，若全部合格，则判为该批产品合格；若仍有不合格项，则判为该批产品不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

每套系统应分别在功能性覆盖膜、自动监测设备的明显位置固定永久性标牌，标牌应符合 GB/T 13306 的规定。标牌内容至少应包括：

- a) 制造商名称、地址；
- b) 产品名称及型号；
- c) 主要技术参数；
- d) 产品执行标准编号；
- e) 出厂日期和出厂编号。

8.2 包装

7.2.1 产品出厂时应进行包装，功能性覆盖膜、自动监测设备和自动控制设备、风机和布气管路应分开包装。包装方式的选用原则是保证产品在运输过程中不受到损坏，具体如下：

- a) 功能性覆盖膜可采用木箱、塑料袋、编织袋或其它具有安全保障性的方式包装；
- b) 自动监测设备采用木箱、塑料盒、纸盒或其它具有安全保障性的方式包装；
- c) 自动控制设备和风机采用箱式包装；
- d) 布气管路采用塑料袋、编织袋、纸箱或其它具有安全保障性的方式包装。

7.2.2 产品外包装标志应符合 GB/T 191 的规定，并在包装上标志下列内容：

- a) 制造商名称；
- b) 产品名称及型号；
- c) 部件名称及数量；
- d) 出厂日期和出厂编号；
- e) 自动监测设备和自动控制设备包装箱外应有“向上”、“小心轻放”、“精密设备”、“防潮”等字样及相应图案。

7.2.3 随设备包装箱（袋）应附的技术文件应包括：

- a) 包装清单；
- b) 产品质量检验合格证；

c) 产品使用说明书。

8.3 运输

产品运输过程应避免摩擦、碰撞、暴晒、雨淋、玷污和化学污染，自动监测设备、自动控制设备和风机应该采取固定措施，确保设备和各零部件不受损害，运输方式由供需双方协商确定。

8.4 贮存

产品应贮存于干燥、通风、整洁的库房内，保证远离热源、有害污染源，且避免日晒雨淋。

附录 A

(规范性附录)

智能型膜覆盖好氧发酵系统自动监测设备精度、量程和响应时间测试方法

A.1 适用范围

智能型膜覆盖好氧发酵系统自动监测设备精度、量程和响应时间的测定。

A.2 方法原理

采用线性抽样法，测试需自动监测指标在标准条件下的数值，参照标准值，即可获取其监测设备的精度、量程和响应时间。

A.3 仪器设备

恒温水浴锅；标准气瓶；标准气体压力计。

A.4 试验步骤

选取量程范围内，均匀分布的 n 个 ($n \geq 6$) 测量点 (非量程上下限值)，使用仪器设备营造标准条件的环境，使用自动监测设备对标准环境的相应参数值进行监测，即可获取试验监测值以及获取稳定监测值的时间即响应时间。

选取量程的上下限值，使用仪器设备营造标准条件的环境，使用自动监测设备对标准环境的相应参数值进行监测，即可获取试验监测值。

A.5 结果

精度值用 δ 表示，单位为 (%)，按式 (A.1) 计算。

$$\delta = (\Delta Y_{\max} / Y) * 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：

ΔY_{\max} ——为试验监测值与标准值的最大差值，单位 (温度为 $^{\circ}\text{C}$ ，气体浓度为%或 ppm，压力为 Pa)；

Y ——为量程跨度值，既量程上限减去量程下限的值，单位 (温度为 $^{\circ}\text{C}$ ，气体浓度为%或 ppm，压力为 Pa)。

响应时间用 ω 表示，单位为秒 (s)，按式 (A.2) 计算。

$$\omega = \Delta X_{\max} \quad (\text{A.2})$$

式中：

ΔX_{\max} ——为获取稳定试验监测值时间的最大值，单位为秒 (s)。

自动监测设备在量程上限和下限标准环境下使用，精度和响应时间均符合要求，即可认为自动监测设备的量程符合标注数值。

附录 B

(规范性附录)

智能型膜覆盖好氧发酵系统密封性测试方法

A.1 适用范围

智能型膜覆盖好氧发酵系统密封性的测试。

A.2 方法原理

基于进气和出气的流量差，密封性好的测试系统更易达到充气状态即系统内的压力更易升至 50 Pa 以上，并在达到充气状态后其压力的衰减速度会比较缓慢。

A.3 仪器设备

便携式气体压力计，秒表。

A.4 试验步骤

系统密封完成后，向系统内鼓气，监测系统达到“微正压”状态，即膜下压力升至 50 Pa 以上所需的时间；

系统膜下压力在 50 pa 左右时，向系统停止鼓气，监测系统恢复到初始状态，即膜下压力降至 10 Pa 以下所需的时间。

A.5 结果分析

表 B1 系统密封性要求

序号	项目	压力指标	时间要求
1	鼓气过程	膜下压力从 10 Pa 以下升至 50 pa 以上	≤ 10 min
2	泄气过程	膜下压力从 50 Pa 以上降至 10 pa 以下	≥ 5 min
3	“微正压”状态	膜下压力大于等于 50 Pa 以上	占总发酵时间的 60%以上